

ASTRONOMÍA EN LA ESCUELA - MEDICIÓN DE LA DISTANCIA TIERRA-LUNA

Santiago Paolantonio¹

Olga I. Pintado²

Resumen: Se plantea la propuesta de un proyecto educativo dirigido al Nivel Medio de enseñanza, consistente en la determinación de la distancia Tierra – Luna por paralaje. Se describen las técnicas de observación, mediciones y cálculos. Se proporcionan a continuación los resultados obtenidos en la experiencia piloto realizada en el 2003, la que permitió comprobar la factibilidad de llevar a cabo la propuesta, así como perfeccionar los diferentes aspectos involucrados en la misma.

Palabras clave: Astronomía, Educación, Paralaje, Luna.

ASTRONOMIA NA ESCOLA – MEDIDA DA DISTÂNCIA TERRA-LUA

Resumo: Propomos neste trabalho um projeto educativo dirigido ao Ensino Médio que consiste na determinação da distância Terra-Lua pelo efeito da paralaxe. As técnicas de observação, medidas e cálculos auxiliares são descritos, e os resultados obtidos numa experiência-teste realizada no ano de 2003 apresentados. Este último teste permitiu comprovar a viabilidade de execução da proposta e aperfeiçoar diversos aspectos da mesma.

Palavras-chave: Astronomia, Educação, Paralaxe, Lua.

ASTRONOMY AT SCHOOL – MEASUREMENTS OF THE EARTH-MOON DISTANCE

Abstract: The aim of this project is to approach High School students to Science. We propose to measure the Earth-Moon distance using the parallax. The observation and measurements techniques and all the calculations needed are described in this paper. The results obtained in a test experience realized during 2003 are presented. This test shows that this is a feasible project and also shows which things needed to be improved.

Keywords: Astronomy, Education, Parallax, Moon.

1. Introducción

Si algo caracteriza al mundo contemporáneo distinguiéndolo de épocas anteriores sin dudas es la Ciencia. Ésta es una actividad social compleja que pretende conocer y explicar el cosmos a través de una forma particular de analizarlo: “la metodología científica”.

La importancia que la Ciencia tiene para el desarrollo de un país es indiscutible, convirtiéndose actualmente en un claro indicador del grado de soberanía que éste posee.

¹ Grupo de Investigación en Enseñanza, Difusión e Historia de la Astronomía, del Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de Córdoba. Equipo de Ciencias Naturales, DPPE, Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba. Laprida 854, B° Observatorio, 5000, Córdoba, Argentina. 54 351 4809860. – e-mail: santiago@oac.uncor.edu

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. – e-mail: olga@tucbbs.com.ar

Su influencia se hace sentir en cada aspecto de la vida diaria, obligando a los ciudadanos a desarrollar actitudes reflexivas, críticas y fundamentadas hacia los procesos y productos de la misma, que les permitan resolver las situaciones problemáticas que se presentan.

En particular, Argentina posee una larga tradición científica y una extensa lista de logros que contribuyeron significativamente al desarrollo de la ciencia universal.

A pesar de lo dicho, en nuestra sociedad, la Ciencia ocupa un lugar secundario respecto a otros aspectos de la cultura. Un análisis detallado del porqué ocurre esto merecería numerosas líneas, pero probablemente sea principalmente el resultado del desconocimiento que se tiene sobre la misma Ciencia, a la que en general se considera ajena al quehacer cotidiano.

Aunque dar solución a esta situación es sumamente complejo, un aspecto que resulta imprescindible para tender a revertirla es incentivar la “alfabetización científica”³ de los ciudadanos, especialmente en la escuela.

A partir de las anteriores consideraciones y tomando la propuesta realizada por el Dr. Alberto Maiztegui⁴, se diseñó un proyecto educativo que involucra al nivel medio de la enseñanza escolar, con el fin de ponerlo a disposición de los profesores como una herramienta que pueda contribuir con la mencionada alfabetización.

La propuesta pretende acercar a los alumnos a la Ciencia, a través de un trabajo de campo cuyo objeto es la determinación de la distancia que nos separa de la Luna. Se ha tomado como antecedente una experiencia similar realizada por G. C. Bates y F. G. Watson de la Universidad de Harvard en 1974.

La elección de una actividad relacionada con la Astronomía no es arbitraria. Más allá del gran interés que despierta en alumnos, profesores y en el público en general, ésta tiene especial importancia en la enseñanza de las Ciencias Naturales dadas las oportunidades que brinda para lograr la integración de las distintas disciplinas que la componen.

Se constituye en una excelente posibilidad para dar fuerza vivencial a conceptos abstractos que de otra manera son difíciles de enseñar y aprender, sean físicos, matemáticos o de otras tantas ramas del saber.

A la vez, por haber dado origen a la ciencia moderna en la mayoría de los países latinoamericanos, reviste una significación especial para esta región del planeta.

Por otro lado, los contenidos de la Astronomía están presentes en los diseños curriculares de la mayoría de los países, en general incluidos en disciplinas tales como la Geografía, la Física o la Matemática.

La propuesta fue pensada para que sea llevada a cabo por los alumnos a través de un trabajo en equipo, favoreciendo el contacto entre los distintos grupos participantes, los que situados necesariamente en localidades distantes, contarán con realidades diversas posibilitando de esta forma el enriquecimiento de la propia.

Es conveniente que la actividad sea planteada a los alumnos como una situación problemática, en la que deberá poner en práctica un considerable número de conocimientos,

³ Por alfabetizar científicamente se entiende: “Formar ciudadanos capaces de intervenir crítica y comprometidamente en la realidad mediante la comprensión de algunas teorías y conceptos de las Ciencias Naturales, la aplicación de estrategias sistemáticas para la resolución de problemas que esa realidad plantea y la adopción de actitudes propias del quehacer científico que son útiles para el desarrollo personal, las relaciones interpersonales y la inserción social.” (Foures Geard, 1995).

⁴ Presidente de la Academia Nacional de Ciencias hasta el año 2004, Córdoba, Argentina.

favoreciendo de este modo la integración de los mismos, aprovechando además todas las ventajas que para la enseñanza de las Ciencias Naturales brinda esta estrategia unida al trabajo de campo.

Se espera que a través de esta experiencia los educandos logren una mayor valoración de la Ciencia, comprendiendo el actuar de la misma y sus posibilidades, constituyéndose en multiplicadores en su participación presente y futura en la sociedad.

Es importante aclarar que el trabajo debe estar guiado por un profesor perteneciente a cualquiera de las disciplinas involucradas, el cual ayudará a los alumnos en la realización de las actividades y en la interpretación de los resultados obtenidos, tanto propios como de los restantes grupos participantes. Este docente, se constituye en el representante de la Institución a la que pertenece, la que de acuerdo a sus objetivos y en la medida de sus posibilidades, puede vincular el trabajo con las diversas disciplinas que se dictan o proyectos específicos que se desarrollan en la misma.

2. Actividad propuesta

La primera medición de la distancia a la Luna fue realizada por el astrónomo griego Aristarco de Samos a partir de la observación de los eclipses lunares. A pesar de que los resultados obtenidos distaban de los reales, estas determinaciones permitieron generar una nueva concepción del Universo. Hiparco, en el siglo II antes de Cristo, perfeccionó el método propuesto por Aristarco, logrando un valor muy similar al actualmente aceptado.

Siglos más tarde, Claudio Ptolomeo pudo medir la distancia por paralaje, consiguiendo de esta forma un resultado acorde al alcanzado por Hiparco.

El trabajo propuesto pretende determinar la distancia Tierra – Luna por una técnica similar a la empleada por este último astrónomo: la de la paralaje.

La Luna se encuentra relativamente próxima a la Tierra en comparación a las estrellas. Al ser observada desde dos puntos distantes entre sí en un mismo momento, ocupa respecto a éstas una posición distinta, fenómeno denominado “paralaje”. La misma resulta ser el ángulo que desde la Luna subtienden los dos puntos de observación, θ en la figura 1.

Conociendo este valor, la separación entre los observadores y haciendo uso de sencillas relaciones trigonométricas al alcance de los alumnos, es posible encontrar la distancia deseada.

La parte experimental del trabajo consiste en la determinación del valor de la paralaje Lunar por medio de exposiciones fotográficas obtenidas desde dos sitios lo más distantes posibles.

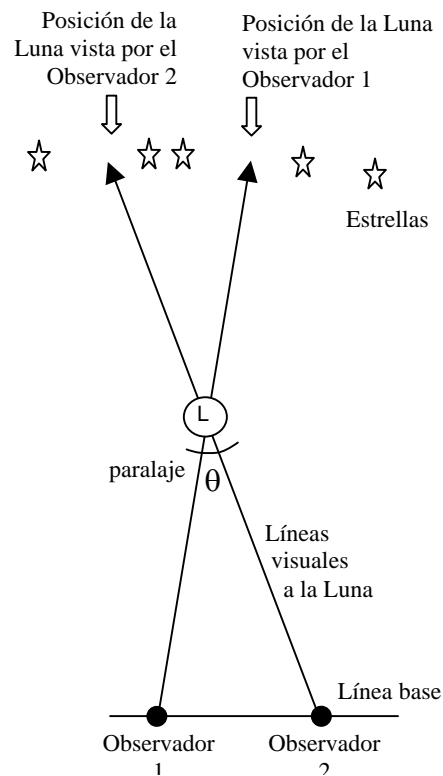


Figura 1

Ampliadas las fotografías, la posición se calcula tomando con referencia a las estrellas y planetas de fondo, cuyas coordenadas exactas son conocidas al ser extraídas de un catálogo estelar.

Los cálculos necesarios para obtener el valor buscado son relativamente sencillos. Además, es posible simplificarlos sin que influya notablemente en la exactitud del resultado, con aproximaciones tales como considerar esférica a la Tierra. Otro aspecto que facilita esta operación es elegir los lugares de observación ubicados próximos a un mismo meridiano.

Para que el método elegido posea la precisión suficientemente, se requiere que la distancia entre los observadores sea la mayor posible. Cálculos previos indicaron valores del orden de los 1200 km para obtener errores comprendidos entre el 5 y el 10%, los cuales se consideran aceptables teniendo en cuenta los objetivos perseguidos.

Por otro lado, los resultados pueden ser mejorados si se promedian los obtenidos por diversos observadores.

3. Técnica observacional

Se parte de la premisa de que las tomas fotográficas deben realizarse con una cámara normal de 35 mm, la que en general se encuentra al alcance de los alumnos.

Debido a su gran brillo, la imagen de la Luna queda indefinida en las fotografías por sobre exposición, haciendo imposible determinar con exactitud su centro. Para dar solución a este problema, es preciso obtener las tomas con fase creciente o menguante. De este modo, la zona “oscura” se distinguirá claramente gracias a la luz cenicienta, posibilitando delinear sin problemas el disco Lunar y obtener su posición con precisión. Mientras menor sea la zona iluminada mejor, la experiencia mostró que hasta el 20% del total de la superficie es aceptable.

Es necesario entonces, realizar la exposición con Luna apenas creciente o menguante, lo que implica que la misma debe estar cercana al Sol. Esta situación se da inmediatamente después del ocaso o antes del orto y debido a las limitaciones de trabajar con estudiantes a la madrugada, resulta conveniente considerar sólo las oportunidades que se presentan en la primera parte de la noche.

Dado que la posición de la Luna se obtiene en relación a las estrellas y/o planetas, los campos de cielo fotografiados deben incluir un número suficientemente grande de éstas para lograr un error aceptable en los resultados. Luego, la duración de la exposición y la sensibilidad de la película empleada deben ser tales que permitan imprimir en la fotografía claramente la Luna y las estrellas más brillantes.

Lo ideal es realizar las exposiciones con un seguimiento del giro de la bóveda celeste, con lo que se aumenta el número de estrellas que aparecen en la imagen - por la acumulación de luz - y se logra un aspecto perfectamente puntual de las mismas. Sin embargo, en razón de la complicación de conseguir un seguimiento de este tipo, se optó por

trabajar con cámara fija, con la que, luego de las pruebas realizadas, se obtuvieron resultados muy aceptables⁵.

Luego de numerosas pruebas, las mejores tomas se lograron empleando película con sensibilidad de 400 ASA, exposiciones en torno a los 5 segundos y objetivos con distancias focales entre los 70 y 200 mm. En estas condiciones se registran estrellas de hasta la cuarta magnitud.

La necesidad de que aparezcan en las fotografías el mayor número posible de estrella, ha de tenerse en cuenta en la elección de la fecha para realizar la experiencia, pues la Luna deberá encontrarse en un campo densamente poblado por estrellas brillantes (magnitud 4 o menor). La presencia de planetas en la zona, por su gran brillo, es muy conveniente.

Teniendo en cuenta todos estos condicionantes, en general solo es posible encontrar durante el período lectivo sólo 6 o 7 oportunidades favorables para concretar la actividad.

En cuanto al lugar elegido para las observaciones, es necesario que tenga el horizonte oeste despejado de obstáculos, ya que la Luna se encontrará a baja altura. También debe ser oscuro, sin luces directas que incidan sobre la cámara.

Un aspecto importante para lograr una determinación precisa de la paralaje es la obtención simultánea de las fotografías desde los distintos puntos de observación. Para aumentar la posibilidad de coincidencias se propone la realización de múltiples exposiciones en horarios previamente acordados a intervalos de 15 minutos. La coordinación de los relojes puede conseguirse mediante los “tops” emitidos por radioemisoras locales o por medio de la conexión con un reloj atómico a través de Internet⁶.

4. Mediciones y cálculos

Si bien las mediciones pueden realizarse con una regla directamente sobre una ampliación, la experiencia ha mostrado que digitalizar la fotografía con un escáner la facilita y aumenta su precisión.

Para determinar el centro de la Luna se puede emplear un procesador de imágenes, con el cual se “ajusta” un círculo al borde de la parte oscura del disco. Las coordenadas del centro del círculo serán entonces los valores buscados (figura 2).



Figura 2

⁵ Como alternativa se propuso la confección de un sencillo dispositivo denominado “astrocámara tijera” que permite el seguimiento del movimiento de la esfera celeste, posibilitando tomas fotográficas con hasta 15 minutos de exposición. De esta manera es posible obtener espléndidas imágenes de campos estelares, introduciendo a los alumnos en la astrofotografía.

⁶ Existen numerosas sitios en lo que es posible sincronizar el reloj de la computadora con un reloj atómico, por ejemplo www.jfsowa.com/ontology/atomclock.htm o www.precision-time.com/.

Obtenida esta posición debe realizarse la medición de la distancia a las estrellas y planetas visibles en la imagen, que puede directamente obtenerse en “píxeles”.

La determinación de la posición por interpolación lineal de los valores medidos, resulta en general con errores considerables como consecuencia de la deformación que provoca la proyección de la esfera celeste sobre el plano de la fotografía. Para un cálculo con una exactitud aceptable es necesario tomar en cuenta estas deformaciones y realizar un ajuste por cuadrados mínimos, a partir de la utilización de entre 4 y 8 puntos de referencia – estrellas o planetas -. De esta forma se logran errores de 1 a 2 minutos de arco.

El cálculo propuesto es relativamente complicado. En general estos cálculos estarán fuera del alcance de los alumnos, por lo que la intervención del profesor será fundamental para que éstos comprendan lo que se está realizando sin necesariamente entender el detalle de los mismos. Puede favorecer a este entendimiento el trabajar primeramente con simples interpolaciones lineales. En la experiencia piloto, que a continuación se detalla, con el objeto de facilitar los cálculos se elaboró un software para computadora personal con el objeto de facilitar el mismo.

5. Experiencia piloto

Durante el año 2003 se realizó una experiencia piloto con el objeto de determinar la factibilidad de la propuesta y ajustar los distintos aspectos involucrados en la misma.

El primer paso consistió en la determinación de las ocasiones en las que se podía poner en práctica las actividades durante el año lectivo. Luego de un detallado análisis, teniendo en consideración los condicionantes más arriba mencionados, se encontraron seis oportunidades favorables, cuyos datos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1

Fecha	Superficie iluminada de la Luna	Altura de la Luna (Córdoba)	Altura del Sol (Córdoba)	Estrellas con mag. <4 en un radio de $\approx 20^\circ$	Planetas en un radio de $\approx 20^\circ$
5 de mayo	17 %	a las 20h 14,1°	-18,2°	6	Saturno
4 de junio	21 %	a las 19h 30min 25,5°	-14,5°	4	Júpiter
2 de julio	11 %	a las 19h 30min 17,4°	-13,7°	6	Júpiter
3 de julio	18 %	a las 19h 30min 28,4°	-13,6°	6	Júpiter
30 de septiembre	20 %	a las 20h 15min 38°	-13,1°	12	-
29 de octubre	17 %	a las 20h 45min 31,6°	-14,3°	9	-

Los días 5 y 6 de abril – 26 de noviembre se presentaron otras oportunidades, pero las mismas no se incluyeron por estar muy al comienzo y final del ciclo lectivo.

Con posterioridad se contactó a posibles docentes interesados en la propuesta por invitación directa a los mismos, a las instituciones o por medio de asociaciones de astrónomos aficionados.

Tabla 2

Profesor responsable	Escuela	Localidad, Provincia	
José Nuccelli	I.P.E.M. N° 59 "25 de Mayo"	Cruz Alta, Córdoba	
Raúl Podestá	Santa Catalina Laboure	Clorinda, Formosa	
Juan Carlos Dovis	Alumnos del taller de Astronomía "Alfa Centauro"	Sunchales, Santa Fe	
Elvio Alanís Sandra Collado	Colegio "Santa María".	Salta, Salta	
Edgardo Wachsmann	E.E.M. N°3 "Reconquista"	Don Torcuato, Bs As	Organización Viviana Bianchi
Pablo M. González	Inst. San Felipe Neri A-594	Buenos Aires	
Olga Pintado	11 escuelas (Ver texto)	Tucumán (Ver texto)	
Claudia C. Pérez Ferrer	varias	Mar del Plata, Bs As	
Santiago Paolantonio Mónica Zender	Esc. Nor. Sup. Dr. Alejandro Carbó	Bosque Alegre Córdoba	

En la Tabla 2 se listan las instituciones y profesores que participaron, mientras que en el mapa de la figura 3 pueden ubicarse las localidades en que se realizaron las observaciones. Éstas se encuentran cercanas a los meridianos 58° y 65° Oeste a excepción de la ciudad de Sunchales en la provincia de Santa Fe. La distancia máxima entre puntos de observación es de aproximadamente 1400 km.

La coordinación se realizó desde Córdoba (S. Paolantonio), vía correo electrónico, pudiendo de este modo todos los participantes tener una fluida comunicación entre sí.

Para cada oportunidad de observación, se generó un mapa con el campo estelar que debía ser fotografiado (figura 4), fijándose las horas de exposición.

Todos los grupos pudieron realizar numerosas fotografías factibles de ser medidas, de las cuales sólo se muestran dos en las figuras 6 y 7, en las que se señalan las estrellas identificadas.

Los errores obtenidos en la determinación de la posición de la Luna fueron del orden de los 2', valor dentro de lo esperado.

En cuanto a las distancias Tierra – Luna calculadas, debido a las malas condiciones climáticas que reinaron en la zona, no se pudieron obtener mediciones entre dos puntos suficientemente distantes, por los resultados no fueron lo suficientemente preciso teniendo errores superiores al 30%.

Complementariamente, en cada institución educativa llevó adelante diversas acciones complementarias, destacándose la organización de numerosas charlas relacionadas a temas científicos dadas por disertantes invitados en el marco del proyecto y presentaciones en Ferias de Ciencia.

A continuación, a modo de ejemplo, se detallan algunas de las actividades realizadas por los distintos participantes.

Las pruebas fotográficas iniciales (figura 5) fueron realizadas por el profesor Elvio Alanís de la ciudad de Salta, las que permitieron el 5 de mayo obtener las primeras imágenes.

Las actividades en Tucumán fueron llevadas adelante bajo la coordinación de la Dra. Olga I. Pintado. A diferencia de los demás grupos, se realizó un llamado general a todas las escuelas de la provincia, empleándose para la convocatoria medios masivos de

comunicación. Esto permitió explorar la posibilidad de que el emprendimiento pueda ser generalizado.

Los documentos con los detalles de la propuesta y las fotografías, se incorporaron a una página web, quedando este material disponible para todos los participantes.

La profesora Sandra Collado realizó con sus alumnos del primer año del nivel Polimodal una experiencia de simulación del trabajo. Para ello, se eligieron dos localidades distantes entre sí ubicadas sobre un mismo meridiano. Luego, empleando un atlas electrónico, imprimió para cada una de las mismas la zona del cielo que incluía a la Luna para la noche de observación. Con éstas, como si se trataran de las fotografías, los alumnos determinaron las posiciones, la paralaje Lunar y su distancia a la Tierra. Más allá del valor obtenido (poco más de 300.000 km), esta actividad que permitió poner en práctica todos los aspectos relacionados con la experiencia, es sin dudas una excelente propuesta a tener en cuenta.

La Escuela y Liceo Vocacional Sarmiento y el Colegio Nueva Concepción, que trabajaron juntos, coordinados por el profesor Gastón Tannuré, realizaron diversas tareas previas. Una de ellas consistió en el cálculo de la distancia a la torre de una iglesia, para la que realizaron una simulación de fotografías sobre vidrios. Otra de las actividades consistió en la determinación del período Lunar.

En la ciudad de Don Torcuato (Provincia de Buenos Aires), la escuela E.E.M. N° 3, llevó adelante la propuesta con la colaboración del Grupo Astronómico Don Torcuato y la coordinación de Viviana Biachi.



Figura 3. Lugares en que se encuentran las instituciones que participaron en el proyecto durante el año 2003

El trabajo fue realizado por alumnos de varios cursos del nivel Polimodal, dirigidos por el profesor Edgardo Wachsmann. Bajo su supervisión se construyó exitosamente una astrocámara de “tijera” con las que se obtuvieron numerosas fotografías (figura 9).

Dentro del marco del proyecto se incluyó un ciclo de conferencias dadas por diversos especialistas, las que fueron desarrolladas a lo largo del año lectivo. Se concretó además, una muestra de las actividades desarrolladas, exposición, proyección de videos y observaciones con telescopios.

En Tucumán, gracias a la colaboración de la Universidad en numerosos casos se pudieron determinar las coordenadas del lugar de observación con GPS.

El primero que presentó resultados fue el Instituto Carlos Pellegrini, bajo la dirección del Prof. Héctor Maldonado, quien realizó una presentación en la Feria de Ciencias de la institución en el mes de agosto de 2003.

En la ciudad de Córdoba, el proyecto se llevó adelante con dos cursos del Ciclo de Especialización (Polimodal), y en forma complementaria se trabajó con actividades de pasantía realizadas con astrónomos del Observatorio Astronómico de Córdoba.

6. Conclusiones:

Lo realizado durante el ciclo lectivo 2003 permitió perfeccionar diversos aspectos relacionados con el proyecto, tales como:

- La obtención de las fotografías.
- La medición de las imágenes.
- La realización de los cálculos.
- Coordinación y comunicación entre los observadores.
- Actividades de enseñanza relacionadas a la experiencia.

Cabe destacar que si bien la coordinación se realizó desde Córdoba, la comunicación fue completamente descentralizada. Por medio de la utilización del correo electrónico y la página web, los mensajes circularon libremente en todas direcciones compartiendo los grupo participante sus experiencias y resultados. Este es un aspecto de gran importancia que debe señalarse como sumamente positivo.

Las contribuciones realizadas por los profesores responsables resultaron fundamentales para llevar adelante la experiencia y serán claves toda vez que quiera implementarse la propuesta.

Tal como se mencionó más arriba, la concreción del proyecto logró generar un gran número de actividades complementarias tal como se esperaba del mismo, aspecto de gran importancia dado los objetivos planteados.

A pesar de que las malas condiciones del tiempo no permitieron obtener los valores de distancia Tierra – Luna esperados, el trabajo realizado demostró la absoluta factibilidad de la concreción de la propuesta.

Bibliografía

- Asimov Isaac, *Cronología de los descubrimientos*, Ariel Ciencia S. A., 1999.
- Bates G. C. y Watson F. G., *A laboratory Experiment, Measuring the Distance to the Moon by Parallax*, Universidad de Harvard, 9/02/1974, comunicación personal al Dr. A. Maeztegui.
- Cátedra Astronomía General, *Determinación de Posiciones Astronómicas Mediante Placa Fotográfica*, Observatorio Astronómico Córdoba, 1991.
- Del Carmen Luis (coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*, Ice – Horsori, Barcelona, 1997.
- Fourez, G., *Alfabetización científica y tecnológica*. Editorial Colihue. Buenos Aires. 1995.
- Minniti E. y Paolantonio S., *Infinito*, Ediciones Congreso Internacional de Educación, Córdoba, 2001.
- Meeus Jean, *Astronomical Formulae for Calculators*, Willmann-Bell, Inc, 1983.
- Paolantonio S., *Situación de la enseñanza de la Astronomía en Córdoba*, Congreso Trabajo presentado en el I Congreso Nacional de Educación, Córdoba, 2000.
- Torp y Sage , *El aprendizaje basado en problemas*, Amorrortu Editorial, 1999.

3 de Julio

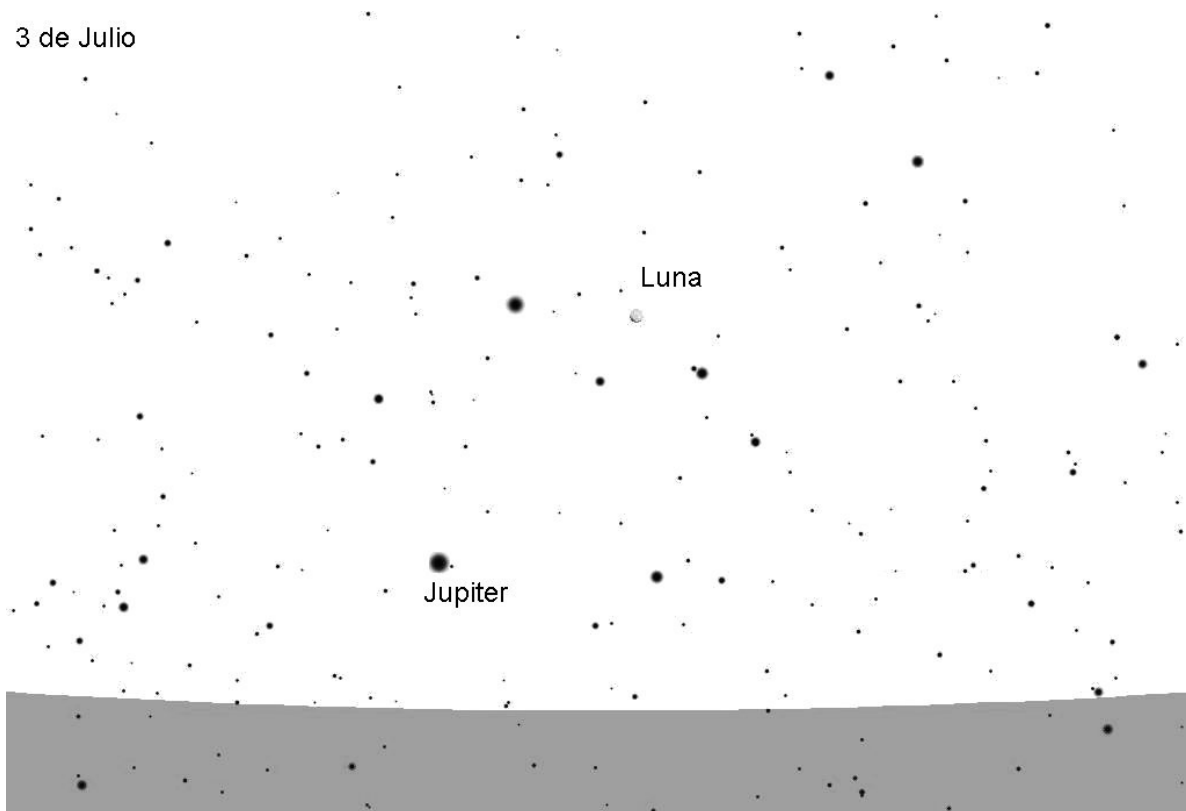


Figura 4. Ejemplo de mapa “guía” realizado para el 3 de julio. Esta carta de observación tenía como objetivo facilitar la identificación del campo a ser fotografiado.



Figura 5. Prueba de tiempo de exposición realizada por el profesor Elvio Alanís de la ciudad de Salta.

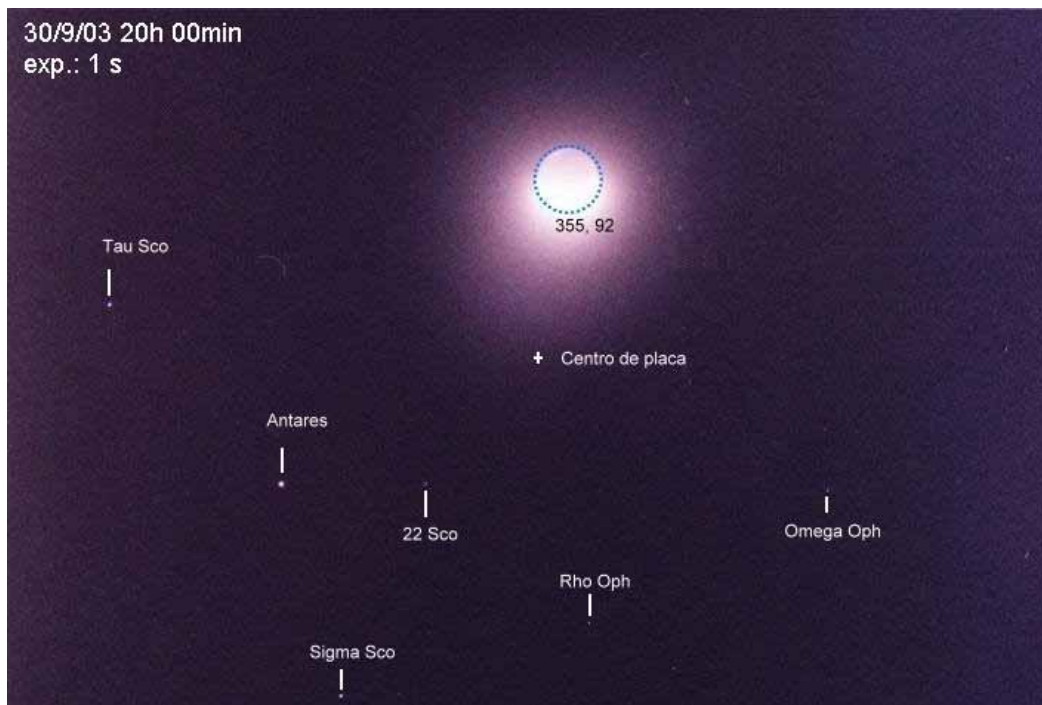


Figura 6. Fotografía tomada el 30 de septiembre a las 20h desde Clorinda (Formosa). Se utilizó película de ASA 400, con un teleobjetivo de 200 mm , f/3.5 y 1 segundo de exposición.

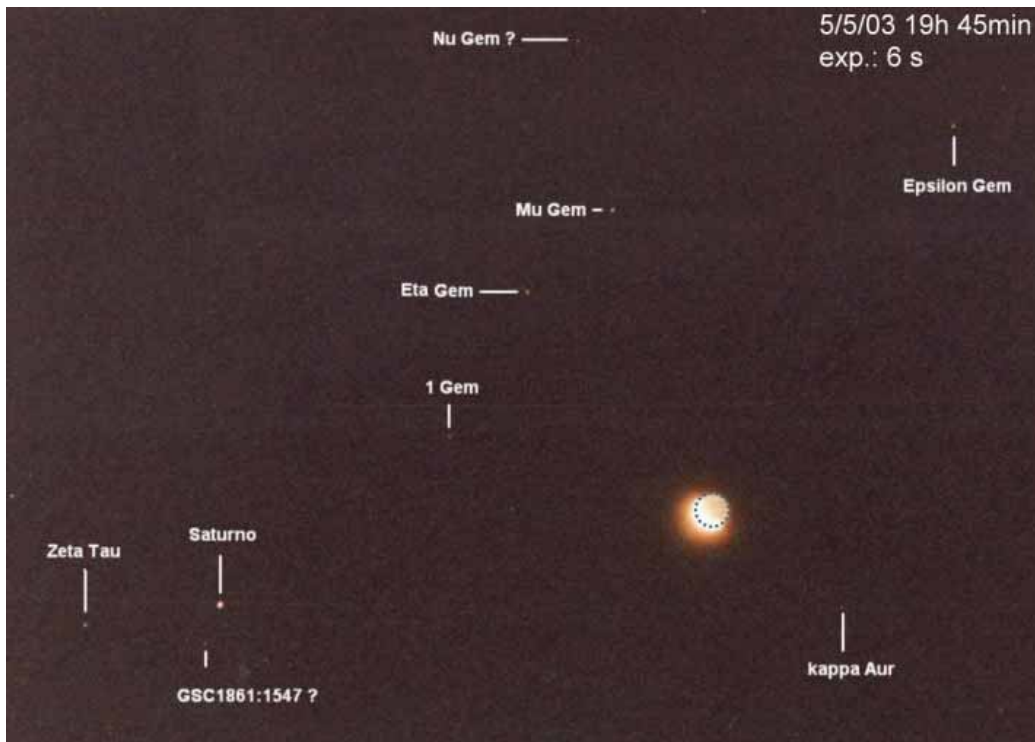


Figura 7. Fotografía tomada el 5 de mayo a las 19h 45min desde Bosque Alegre (Córdoba). Se utilizó película de ASA 400, con un teleobjetivo de 90mm y 6 segundos de exposición.